

**SIMULASI ALIRAN DAYA PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION*  
PADA SISTEM DISTRIBUSI 12,5 kV STANDAR IEEE 18 *BUS* DENGAN  
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP *POWER STATION* 4.0.0**



**TUGAS AKHIR**

**Disusun untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Syarat-syarat untuk  
Mencapai Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Oleh :

**ROMDHON PRABOWO**

**D 400 100 059**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2012**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “Simulasi Aliran Daya Pemasangan *Distributed Generation* Pada Sistem Distribusi 12,5 kV Standar IEEE 18 Bus Dengan Menggunakan *Software* ETAP Power Station 4.0.0” ini diajukan oleh :

Nama : Romdhon Prabowo, AM.d

NIM : D 400 100 059

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada :

Hari :


Tanggal :

Pembimbing 1

Handwritten signature of Agus Supardi in black ink.

(Agus Supardi, ST, MT.)

Pembimbing 2

Handwritten signature of Aris Budiman in black ink, with the date 24/04-2012 written above it.

(Aris Budiman, ST, MT.)

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “Simulasi Aliran Daya Pemasangan *Distributed Generation* Pada Sistem Distribusi 12,5 kV Standar IEEE 18 Bus Dengan Menggunakan *Software ETAP Power Station 4.0.0*” ini telah diajukan dan dipertahankan dihadapan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 19 Mei 2012

Dewan Penguji Tugas Akhir :

1. Agus Supardi, S.T., M.T.
2. Aris Budiman, S.T., M.T.
3. Umar, S.T., M.T.
4. Heru Supriyono, S.T., M.T., Ph.D.



.....

.....



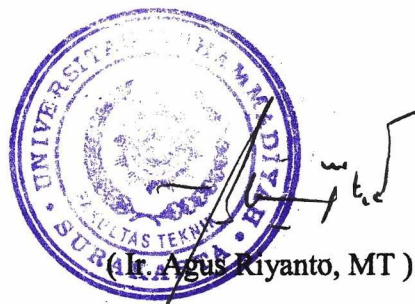
.....

.....

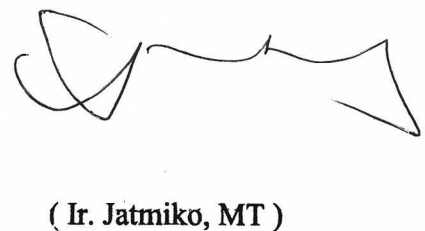
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS



( Ir. Agus Riyanto, MT )



( Ir. Jatmiko, MT )

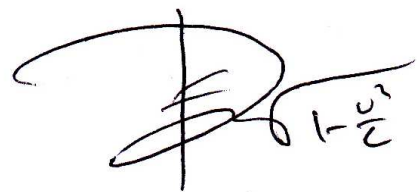
## **Pernyataan Keaslian Skripsi**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul

**Simulasi Aliran Daya Pemasangan *Distributed Generation* Pada Sistem  
Distribusi 12,5 kV Standar IEEE 18 *Bus* Dengan Menggunakan *Software*  
ETAP *Power Station 4.0.0*”**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagai mana mestinya

**Surakarta  
Yang menyatakan**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Romdhon' followed by a stylized flourish and the number '1-03'.

**Romdhon prabowo**

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, hidayah serta taufiqnya sehingga sampai saat ini masih diberikan kesempatan untuk beribadah dan meyembah pada-NYA dan telah menjadikanku manusia yang berakal dan berguna dalam dunia ini. Sholawat serta salam untuk junjunganku, Nabiku Muhammad S.A.W yang aku nantikan–nantikan syafa’atnya.

Hanya karena Allah SWT akhirnya penulis bisa melewati kendala dan tantangan dalam menyelesaikan dan menyusun laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Adapun judul tugas akhir yang penulis ajukan : “Simulasi Aliran Daya Pemasangan *Distributed Generation* Pada Sistem Distribusi 12,5 kV Standar IEEE 18 Bus Dengan Menggunakan *Software ETAP Power Station 4.0.0*”.

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan tulus ikhlas dan kerendahan hati penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Ayahanda dan Ibundaku tercinta dan seluruh keluarga terima kasih atas semua kasih sayang, do’a, yang tiada hentinya dan tidak pernah surut sehingga penulis bisa seperti saat ini.

2. Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Jatmiko, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Agus Supardi, S.T., M.T dan Bapak Aris Budiman, S.T., M.T. selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Umar, S.T., M.T., Bapak Tindyo Prasetyo, S.T, dan Bapak Heru Supriyono, S.T., M.T., PhD selaku penguji Tugas Akhir.
6. Seluruh Staf Tata Usaha, Staf Akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu.
7. Terima kasih Bapak Ir. Susanto, Ibu Siti Sunaryati, B.sc, Arta.
8. Hayu Anindya Windriyati, S.E yang telah memberi semangat.
9. Dani, Angga, Sigit.
10. Seluruh elemen kehidupan yang selalu menginspirasi perjalanan ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat untuk rekan-rekan mahasiswa dan pihak-pihak yang berkepentingan.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta , Febuari 2012



Penulis

## **MOTTO**

Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.

( Q.S. An Najm : 39 )

Pantaskan dirimu dari sekarang untuk menjadi orang besar.

(Mario T)

Hidup seperti naik sepeda. Agar tetap seimbang, kau harus tetap bergerak.

(Albert Einstein)

## PERSEMBAHAN

*Sedikit karya ini kupersembahkan untuk yang tercinta dan terkasih :*

- ✘ *Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat, karunia dan hidayahNya kepada kita semua.*
- ✘ *Ayahanda dan Ibunda ku tercinta. Kasih sayang, pengorbanan, doa, abadi sepanjang masa, dan yang selalu dan tiada henti-hentinya membimbingku, kalianlah inspirasiku.*
- ✘ *Aris dan Ely*
- ✘ *Hayu Anindya Windriyati, S.E yang selalu memberi semangat*
- ✘ *Semua elemen kehidupan yang terasa selalu menyemangati dan menginspirasi disaatku bernafas pun sedikit sulit.*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
ABSTRAKSI .....	xix
DAFTAR KONTRIBUSI .....	xx
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang masalah .....	1
1.2. Rumusan masalah .....	3
1.3. Batasan masalah .....	3
1.4. Tujuan penelitian .....	3

1.5. Manfaat penelitian .....	3
1.6. Metodologi penelitian .....	4
1.7. Sistematika penulisan .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Telaah penelitian.....	6
2.2. Landasan teori.....	6
2.2.1. ETAP <i>power station</i> .....	6
2.2.2. <i>Distributed generation</i> .....	7
2.2.2.1 Umum.....	7
2.2.2.2 Generator sinkron.....	7
2.2.3. <i>Distribution substation</i> .....	9
2.2.3.1 Umum.....	9
2.2.3.2 Peralatan <i>substation</i> .....	9
2.2.4. Sistem distribusi .....	9
2.2.4.1 Umum.....	9
2.2.5. Transformator .....	12
2.2.5.1 Umum.....	12
2.2.5.2 Jenis transformator .....	12

2.2.5.3 Konstruksi transformator.....	13
2.2.5.4 Transformator ideal .....	14
2.2.5.5 Transformator hubung tiga phasa.....	15
2.2.6. Kapasitor .....	16
2.2.6.1 Umum.....	16
2.2.6.2 Kapasitor sebagai faktor koreksi .....	16
2.2.7. Aliran daya .....	18
2.2.7.1 Umum.....	18
2.2.7.2 Klasifikasi <i>bus</i> .....	19
2.2.7.3 Metode aliran daya .....	20
2.2.7.3.1 Gauss Seidel .....	24
2.2.7.3.2 Newton Rapson .....	27
BAB III. METODE PENELITIAN .....	32
3.1. Waktu .....	32
3.2. Bahan penelitian .....	32
3.2.1. Perangkat komputer dan perangkat lunak.....	32
3.2.2. Pengumpulan data.....	33
3.2.3. Tahap studi literatur .....	33

3.2.4. Tahap pengolahan data .....	33
3.3. Diagram alur penelitian .....	34
3.4. Fasilitas pada ETAP 4.0.0 .....	35
3.4.1. <i>Project toolbar</i> .....	35
3.4.2. <i>Mode toolbar</i> .....	35
3.4.3. <i>Project editor</i> .....	36
3.4.4. <i>AC-DC element editor</i> .....	36
3.4.5. <i>Edit</i> komponen .....	37
3.4.6. <i>Load flow case study</i> .....	37
3.4.7. <i>Report manager</i> .....	37
3.5. Sistem distribusi standar IEEE 18 <i>bus</i> dan pemasangan DG .....	39
3.5.1. Single line distribusi standar IEEE 18 <i>bus</i> .....	39
3.5.2. Pemasangan DG pada tiap <i>bus</i> .....	39
3.6. Data masukan pada komponen editor ETAP .....	42
3.6.1. Data <i>distributed generation</i> (DG) .....	42
3.6.2. Data kapasitor .....	42
3.6.3. Data impedansi saluran .....	43
3.6.4. Data beban tiap <i>bus</i> .....	44

3.6.5. Data gardu induk.....	44
BAB IV. HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1 Simulasi aliran daya .....	45
4.2 Hasil simulasi .....	45
4.3. Pembahasan .....	63
4.3.1 Perhitungan Perbaikan Tagangan .....	63
4.3.2 Rugi-Rugi Daya .....	75
BAB V. PENUTUP .....	85
5.1. Kesimpulan .....	85
5.2. Saran .....	85
DAFTAR PUSTAKA .....	86
LAMPIRAN.....	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rotor dua kutub <i>non salient</i> (a) enam kutub <i>salient</i> (b) .....	8
Gambar 2.2 Stator .....	9
Gambar 2.3 Konfigurasi jaringan radial .....	11
Gambar 2.4 <i>Open loop</i> (a), <i>closed loop</i> (b) .....	11
Gambar 2.5 Konfigurasi mata jala .....	12
Gambar 2.6 <i>Core type</i> (a), <i>Shell type</i> (b) .....	13
Gambar 2.7 Metode transformator hubung tiga fasa, <i>wye-wye</i> (a), <i>wye-delta</i> (b), <i>delta-wye</i> (c), <i>delta-delta</i> (d) .....	16
Gambar 2. 8 Pendefinisian faktor daya .....	16
Gambar 2.9 Ilustrasi koreksi fator daya <i>shunt</i> .....	18
Gambar 2.10 Diagram impedansi 4 bus .....	20
Gambar 2.11 Diagram admitansi .....	21
Gambar 2.12 Tipikal bus dari sistem tenaga .....	23
Gambar 2.13 Sistem tenaga 4 bus .....	23
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	35
Gambar 3. 2 <i>Project toolbar</i> .....	35

Gambar 3. 3 <i>Mode toolbar</i> .....	35
Gambar 3. 4 <i>Project toolbar</i> .....	36
Gambar 3.5 <i>AC-DC element editor</i> .....	36
Gambar 3.6 <i>Edit komponen</i> .....	37
Gambar 3.7 <i>Load flow study case (a), load flow toolbar (b)</i> .....	37
Gambar 3.8 Sistem distribusi standar IEEE 18 <i>bus</i> .....	38
Gambar 3.9 Pemasangan DG pada tiap <i>bus</i> (a, b, c, d, e).....	39

## DAFTAR TABEL

Table 2.1 Jenis <i>bus</i> dan besarannya .....	20
Tabel 3.1 Rincian rencana penelitian .....	32
Tabel 3.2 Data kapasitor untuk simulasi .....	42
Tabel 3.3 Data Impedansi saluran untuk simulasi .....	43
Tabel 3.4 Data beban tiap <i>bus</i> untuk simulasi .....	43
Tabel 3.5 Kapasitas gardu induk untuk simulasi .....	44
Tabel 4.1 Sebelum pemasangan DG a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	46
Tabel 4.2 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 1 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	47
Tabel 4.3 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 2 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	48
Tabel 4.4 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 3 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	49
Tabel 4.5 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 4 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	50
Tabel 4.6 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 5 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	51



Tabel 4.7 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 6 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	52
Tabel 4.8 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 7 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	53
Tabel 4.9 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 8 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	54
Tabel 4.10 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 9 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	55
Tabel 4.11 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 20 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	56
Tabel 4.12 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 21 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	57
Tabel 4.13 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 22 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	58
Tabel 4.14 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 23 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	59
Tabel 4.15 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 24 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	60
Tabel 4.16 Setelah pemasangan pemasangan DG pada <i>bus</i> 25 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	61

Tabel 4.17 Setelah pemasangan pemasangan DG pada bus 26 a) profil tegangan dan aliran daya, b) <i>branch losses summary report</i> .....	62
Tabel 4.18 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 1 .....	64
Tabel 4.19 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 2 .....	65
Tabel 4.20 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 3 .....	65
Tabel 4.21 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 4 .....	66
Tabel 4.22 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 5 .....	66
Tabel 4.23 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 6 .....	67
Tabel 4.24 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 7 .....	67
Tabel 4.25 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 8 .....	68
Tabel 4.26 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 9 .....	68
Tabel 4.27 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 20 .....	69
Tabel 4.28 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 21 .....	69
Tabel 4.29 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 22 .....	70
Tabel 4.30 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 23 .....	70
Tabel 4.31 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 24 .....	71
Tabel 4.32 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 25 .....	71
Tabel 4.33 Perbaikan tegangan setelah pemasangan DG pada bus 26 .....	73

Tabel 4.34 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 1.....	75
Tabel 4.35 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 2.....	75
Tabel 4.36 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 3.....	76
Tabel 4.37 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 4.....	77
Tabel 4.38 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 5.....	78
Tabel 4.39 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 6.....	78
Tabel 4.40 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 7.....	79
Tabel 4.41 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 8.....	79
Tabel 4.42 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 9.....	80
Tabel 4.43 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 20.....	81
Tabel 4.44 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 21.....	81
Tabel 4.45 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 22.....	82
Tabel 4.46 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 23.....	82
Tabel 4.47 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 24.....	83
Tabel 4.48 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 25.....	83
Tabel 4.49 Rugi-rugi setelah dipasang DG pada <i>bus</i> 26.....	84

## ABSTRAKSI

Distributed generation mulai banyak diaplikasikan dalam sistem tenaga listrik, karena semakin meningkatnya kebutuhan, untuk menghilangkan biaya-biaya transmisi dan distribusi yang tidak perlu. Biasanya distributed generation menggunakan generator berukuran lebih kecil dari stasiun pembangkitan pusat. Distributed generation mendistribusikan sistem daya lebih dekat ke beban.

Tujuan dari pemasangan distributed generation pada tiap-tiap bus secara bergantian pada sistem distribusi standar IEEE 18 bus untuk mengetahui aliran daya (profil tegangan, branch losses summary report).

Penelitian ini menggunakan model diagram garis tunggal sistem distribusi standar IEEE 18 bus. Selanjutnya memasukkan data beban, data saluran, data kapasitas kapasitor, dan kapasitas distributed generation ke editor komponen ETAP 4.0.0. Simulasi yang dilakukan adalah studi aliran daya, yang kemudian didapatkan hasil keluaran berupa print out data tegangan, arus, dan rugi-rugi daya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan distributed generation (DG) dengan kapasitas 250 kW pada sistem distribusi 12,5 kV standar IEEE 18 bus, dapat memperbaiki profil tegangan dan dapat mengurangi rugi-rugi daya.

**Kata Kunci :** Distributed generation, aliran daya

## DAFTAR KONTRIBUSI

Tugas Akhir ini berawal dari penulis berkonsultasi kepada dosen pembimbing. Ide Tugas Akhir ini berasal dari Bapak Agus supardi, S.T., M.T. Beliau menawarkan judul Tugas Akhir mengenai *distributed generation* pada sistem jaringan distribusi standar IEEE 18 *bus*. Setelah berkonsultasi dan diberikan penjelasan, akhirnya penulis berminat untuk melakukan penelitian. Beliau juga menyarankan untuk dosen pembimbing II tugas akhir ini adalah Bapak Aris Budiman, S.T., M.T.

Setelah berkonsultasi dengan Bapak Aris Budiman, S.T., M.T. mengenai judul Tugas Akhir dan beliau bersedia untuk menjadi pembimbing II bagi penulis dalam menyelesaikan serta menyusun laporan Tugas Akhir ini.

Setelah penulis mendapatkan data dari Bapak Agus supardi, S.T., M.T, selanjutnya penulis membuat *diagram single line* sistem distribusi standar IEEE 18 *bus* menggunakan *software* ETAP 4.0.0 dan memasukkan data-data ke komponen *editor* ETAP. Setelah data dimasukkan kemudian disimulasikan dengan *load flow case study* pada ETAP

Setiap ada perubahan penulis selalu berkonsultasi dengan pembimbing. Kemudian penulis menganalisa data *print out* ETAP. Hasil simulasi dan pembahasan disusun dalam sebuah laporan Tugas Akhir.

Demikian daftar konstribusi penulis susun dengan sejujur-jujurnya.

Surakarta, Februari 2012

Mahasiswa Tugas Akhir



Romdhon Prabowo, AM.d

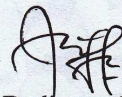
Mengetahui

Dosen Pembimbing I



Agus Supardi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II



Aris Budiman, S.T., M.T.

*Wacana Keilmuan dan Keislaman*